



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2002324679 A

(43) Date of publication of application: 08.11.2002

(51) Int. Cl. H05B 33/14

C09K 11/06

(21) Application number: 2001129772

(22) Date of filing: 26.04.2001

(71) Applicant: HONDA MOTOR CO LTD

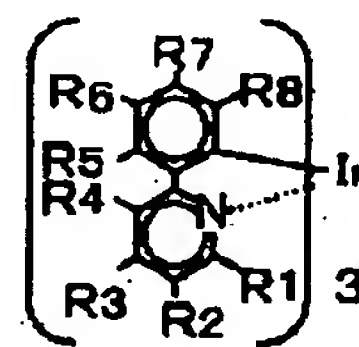
(72) Inventor: TSUGE HODAKA  
KOMATSUZAKI AKIHIRO(54) ORGANIC ELECTROLUMINESCENT  
ELEMENT

## (57) Abstract:

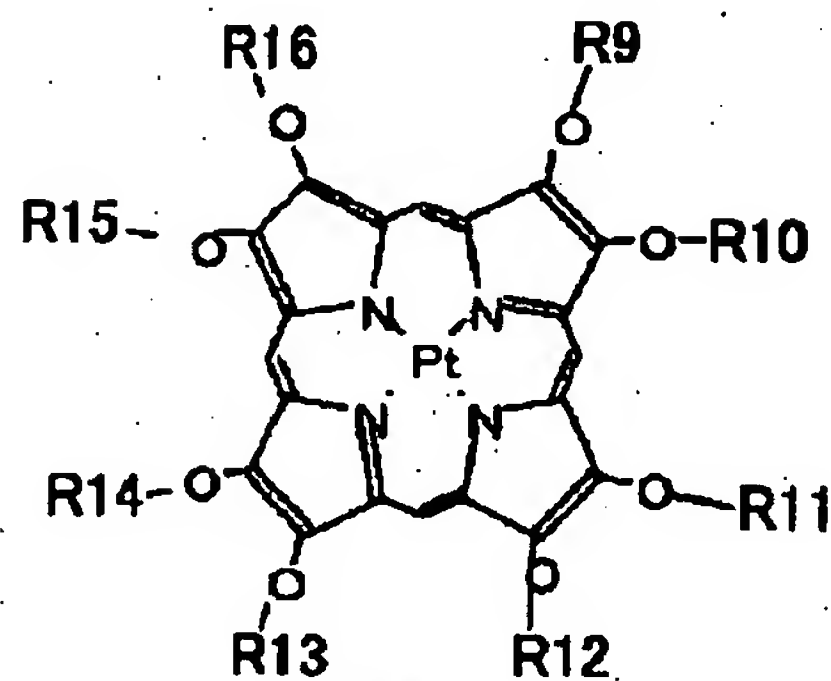
PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an organic electroluminescent element which can emit light of high brightness by wet process.

SOLUTION: A doping agent 41 of a luminous layer 40 has its molecular structure to be expressed as formula 1 or formula 2. In formula 1, at least one of R1 to R8 denotes a substituent made of other than hydrogen and at the same time denotes hydrogen or any given substituent each independently, and/or may have an aromatic ring condensed at each of adjacent Rm (m is an integer of 1 or more and 4 or less) or adjacent Rn (n is an integer of 5 or more and 8 or less). In the formula 2, R9 to R16 denote hydrogen or any given substituent each independently.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO



式1



式2

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-324679

(P2002-324679A)

(43)公開日 平成14年11月8日(2002.11.8)

(51)Int.Cl.

識別記号

F I

キーワード(参考)

H 0 5 B 33/14

H 0 5 B 33/14

B 3 K 0 0 7

C 0 9 K 11/06

6 6 0

C 0 9 K 11/06

6 6 0

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 10 頁)

(21)出願番号

特願2001-129772(P2001-129772)

(22)出願日

平成13年4月26日(2001.4.26)

(71)出願人

000005326

本田技研工業株式会社

東京都港区南青山二丁目1番1号

(72)発明者

柘植 穂高

埼玉県狭山市新狭山1丁目10番地1 ホン

ダエンジニアリング株式会社内

(72)発明者

小松崎 明広

埼玉県狭山市新狭山1丁目10番地1 ホン

ダエンジニアリング株式会社内

(74)代理人

100060025

弁理士 北村 欣一 (外1名)

Fターム(参考) 3K007 AB02 AB04 AB11 AB18 CA01

CB01 DA01 DB03 EB00

(54)【発明の名称】 有機エレクトロルミネッセンス素子

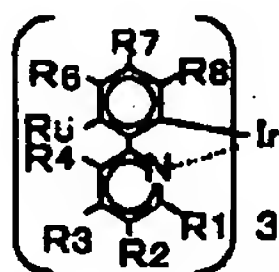
(57)【要約】

(修正有)

【課題】湿式法により高輝度の発光が可能な有機エレクトロルミネッセンス素子を提供する。

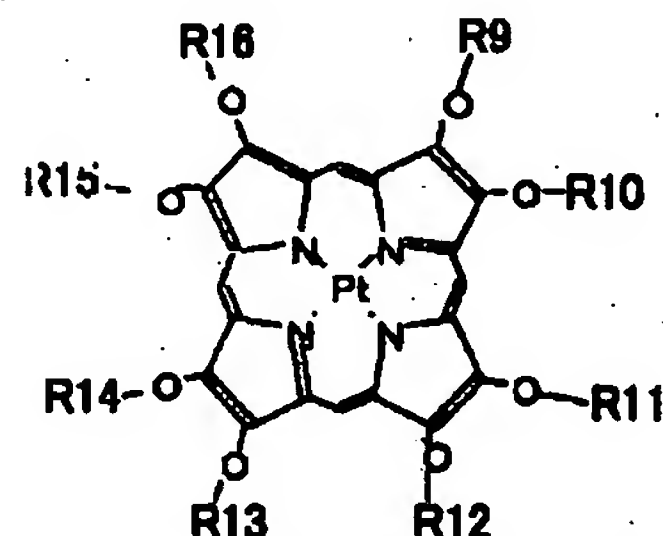
【解決手段】発光層40のドーパ剤41を、その分子構造が、

【化1】



(化学式[化1]中、R1乃至R8の少なくともいずれか1つは水素以外から成る置換基を示すと共にそれぞれ独立に水素または任意の置換基を示し、あるいは/および隣接するRm(mは1以上4以下のいずれかから成る整数)または隣接するRn(nは5以上8以下のいずれかから成る整数)のそれぞれにおいて芳香環が縮合しても良い。)、または、

【化2】

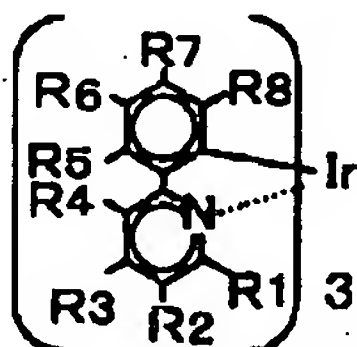


(化学式[化2]中、R9乃至R16は、それぞれ独立に水素または任意の置換基を示す。)として示されるものとする。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】陽極層及び陰極層の両電極層間に形成され、ホスト剤と燐光を放射するドーパ剤とを有する発光層を具備する有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記発光層のドーパ剤の分子構造は、

## 【化1】

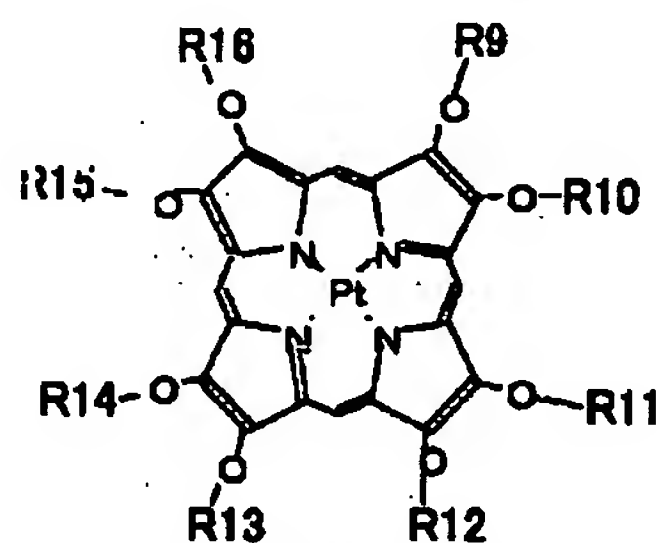


(化学式[化1]中、R1乃至R8の少なくとも1つは水素以外から成る置換基を示すと共にそれぞれ独立に水素または任意の置換基を示し、あるいは／および隣接するRm (mは1以上4以下のいずれかから成る整数) または隣接するRn (nは5以上8以下のいずれかから成る整数) のそれぞれにおいて芳香環が縮合しても良い。) として示されることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項2】前記化学式[化1]中のR1乃至R8に示す置換基は、アルキル基若しくはアルコキシル基から成ることを特徴とする請求項1に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項3】陽極層及び陰極層の両電極層間に形成され、ホスト剤と燐光を放射するドーパ剤とを有する発光層を具備する有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記発光層のドーパ剤の分子構造は、

## 【化2】



(化学式[化2]中、R9乃至R16は、それぞれ独立に水素または任意の置換基を示す。) として示されることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、高輝度での発光が可能な有機エレクトロルミネッセンス素子に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、米国特許第6097147号により、燐光を放射する物質を含有する発光層を備えた多層積層構造で形成され、発光効率を向上させた有機エレクトロルミネッセンス素子が知られている。

【0003】このものにおいて、多層から成る薄膜の積層形成に際して燐光を放射する物質の蒸着工程を用い

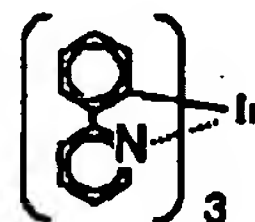
る、いわゆる乾式法を採用しているため、製造工程が複雑になり生産効率の向上が抑制されるという不具合が生じる。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】そこで、上記乾式法での不具合を回避するため、上記の多層積層の形成に際して、発光性物質を溶液状態で用いる、いわゆる湿式法を採用するものが知られているが、燐光を放射するドーパ剤として一般的に用いられる、

## 【0005】

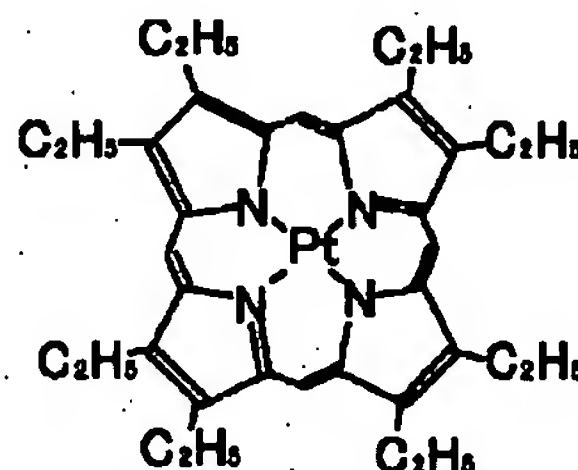
## 【化3】



【0006】[化3]に示すトリ(2フェニルピリジン)イリジウム錯体(以下Ir(ppy)<sub>3</sub>とも言う。)や、

## 【0007】

## 【化4】



【0008】[化4]に示す2, 3, 7, 8, 12, 13, 17, 18-オクタエチル-21H, 23H-白金(II)ポルフィン(以下PtOEPとも言う。)は、溶媒に対する溶解度が一般的に小さいので、湿式法で用いる溶液の上記ドーパ剤の濃度を増大させて輝度を向上させるには限界がある。

【0009】本発明では上記問題点に鑑み、湿式法により高輝度の発光が可能な有機エレクトロルミネッセンス素子を提供することを課題としている。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明は、陽極層及び陰極層の両電極層間に形成され、ホスト剤と燐光を放射するドーパ剤とを有する発光層を具備する有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記発光層のドーパ剤の分子構造を[化1]または[化2]として示されるものとした。

【0011】上記[化1]または[化2]として示されるドーパ剤は、溶媒への溶解度が相対的に大きいため、比較的高濃度のドーパ剤を含有する溶液を作成できる。このため、この溶液を用いて湿式法により形成された発光層は比較的高濃度のドーパ剤を含有することになり、該発光層により高輝度の発光が可能な有機エレクトロルミネッセンス素子を得ることができる。

【0012】さらに、[化1]として示されるドーパ剤を用いる場合、[化1]中のR1乃至R8に示す置換基をアルキル基若しくはアルコキシル基とすることが可能である。

【0013】

【発明の実施の形態】図1は、発光効率の向上を目的として多層に積層された素子構造を有する有機エレクトロルミネッセンス素子の基本構造を示す。有機エレクトロルミネッセンス素子の素子構造は、図外の基板上に形成された陽極層10に、正孔輸送層20、電子ブロック層30、発光層40、正孔ブロック層50及び電子輸送層60の各薄膜層が、陽極層10と陰極層70との両電極層間で順次積層されて成る多層積層構造であり、発光層40は、発光層ドーパ剤41と発光層ホスト剤42とを有して構成されている。

【0014】図1で示される素子構造において、陽極層10は、例えばガラス基板のような透明絶縁性支持体に形成された透明な導電性物質が用いられ、その材料としては、酸化錫、酸化インジウム、酸化錫インジウム（ITO）などの導電性酸化物、あるいは、金、銀、クロムなどの金属、よう化銅、硫化銅などの無機導電性物質、ポリチオフェン、ポリピロール、ポリアニリン等の導電性ポリマーなどを用いることができる。

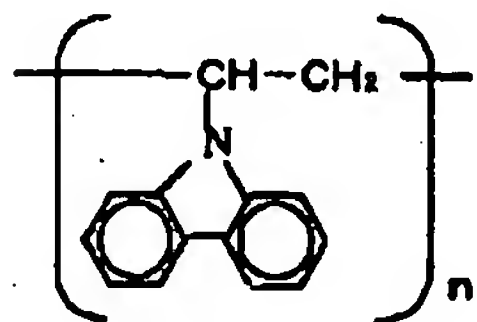
【0015】また、陰極層70が透明な材料で形成されている場合には、陽極層10は不透明な材料で形成されても良い。

【0016】また、図1で示される素子構造において、陰極層70には、リチウム、ナトリウム、カリウム、ルビジウム、セシウム、マグネシウム、カルシウム、ストロンチウム、バリウム、硼素、アルミニウム、銅、銀、金などの単体または合金が使用できる。さらに、これらを積層して使用することもできる。また、テトラヒドロアルミン酸塩により湿式で形成することもできる。この場合、陰極層70に用いられるテトラヒドロアルミン酸塩としては、特に、水素化アルミニウムリチウム、水素化アルミニウムカリウム、水素化アルミニウムマグネシウム、水素化アルミニウムカルシウムを挙げることができる。この中で、水素化アルミニウムリチウムが、特に電子輸送層への電子注入性に優れている。

【0017】また、正孔輸送層20は、陽極層10から注入される正孔を輸送するための層であり、正孔輸送性有機物を含む有機層である。正孔輸送層性有機物の例として、

【0018】

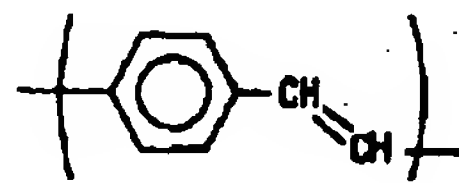
[化5]



【0019】[化5]に示すポリ（N-ビニルカルバゾール）（以下PVKともいう。）、

【0020】

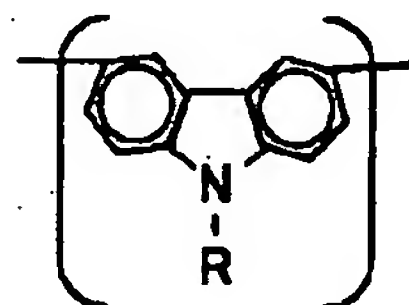
[化6]



【0021】[化6]に示すポリ（パラ-フェニレンビニレン）、

【0022】

[化7]

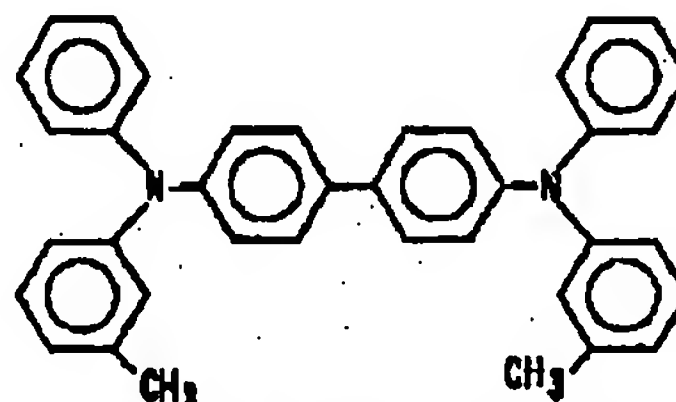


【0023】（化学式[化7]中、RはC、H、O、Nで構成する置換基である）

[化7]を繰り返し単位として有するポリカルバゾール化合物などの高分子からなることが好ましい。あるいは、

【0024】

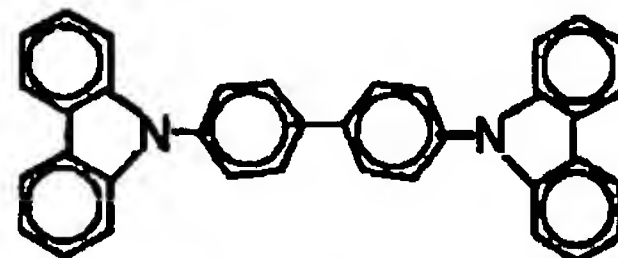
[化8]



【0025】[化8]に示すN, N'-ジフェニル-N, N'-ビス（3-メチルフェニル）-1, 1'-ビフェニル-4, 4'-ジアミン（以下TPDともいう。）、

【0026】

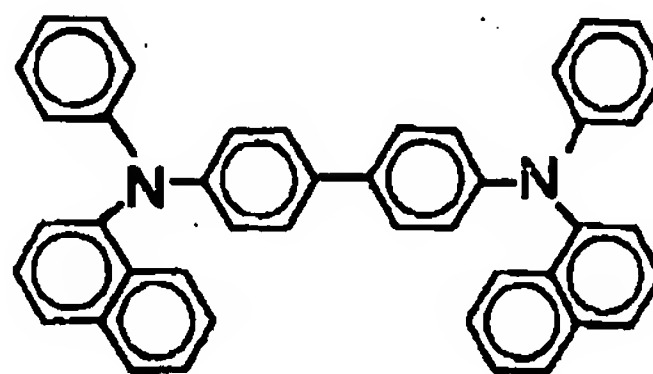
[化9]



【0027】[化9]に示すカルバゾールビフェニル（以下、CBPとも言う。）、

【0028】

[化10]

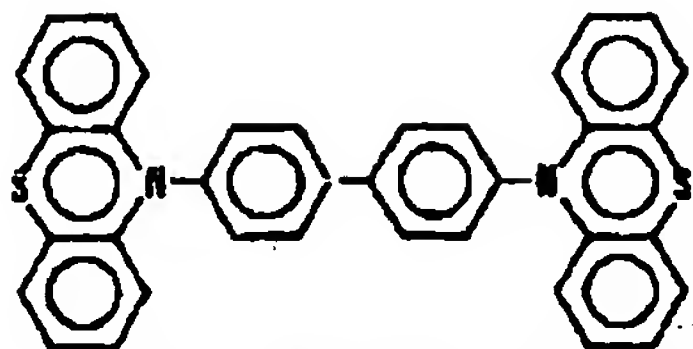


【0029】[化10]に示すN, N'-ジフェニル-N, N'-ビス（1-ナフチル）-1, 1'-ビフェニル

ル-4, 4'-ジアミン (以下、NPDとも言う。)

【0030】

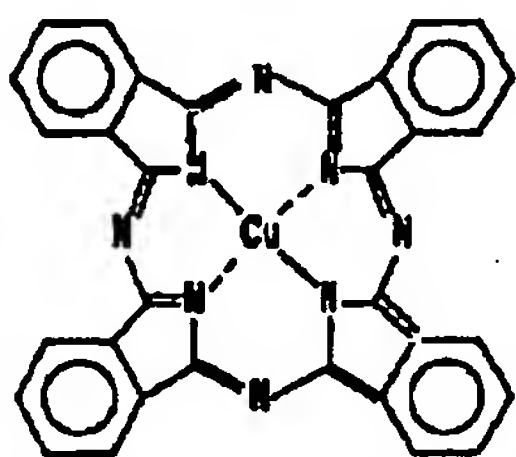
【化11】



【0031】【化11】に示す4, 4'-ビス(10-フェノチアジニル) ビフェニル、

【0032】

【化12】

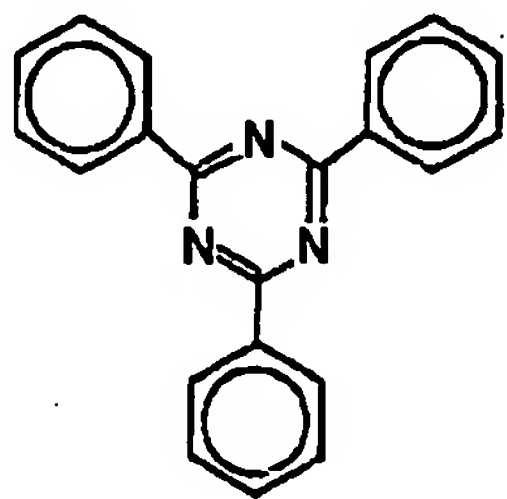


【0033】【化12】に示す銅パーフロシアニン等が挙げられる。

【0034】また、電子ブロック層30は、陰極層70から発光層40へ注入された電子がそのまま陽極層10へ通過してしまうことを防ぐため電子をブロックするための層であり、電子ブロック性物質で構成される。電子ブロック性物質としては、例えば、【化5】、【化6】、【化8】乃至【化11】で示される化合物や、

【0035】

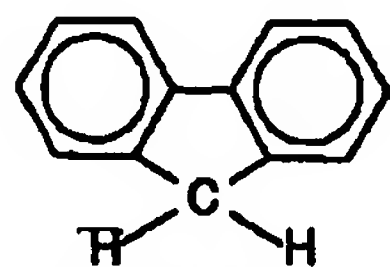
【化13】



【0036】【化13】に示す2, 4, 6-トリフェニル-1, 3, 5-トリアゾール、

【0037】

【化14】



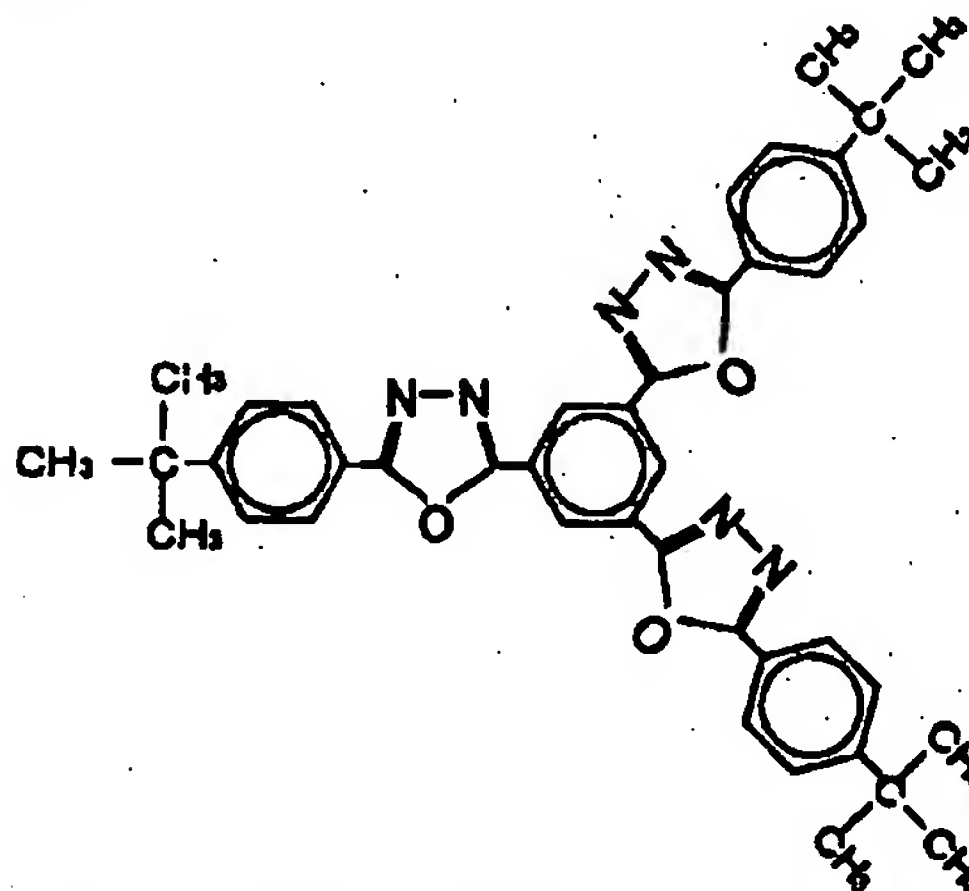
【0038】【化14】に示すフロレン、などを挙げることができる。

【0039】また、発光層40はドーパ剤41とホスト剤42とを有し、これらドーパ剤41とホスト剤42とを均一に分散させるため、バインダ高分子を添加するこ

とも可能である。ホスト剤42は、陽極層10及び陰極層70からそれぞれ注入された正孔と電子とが発光層40において再結合する際に賦活されて励起子として作用する物質であり、

【0040】

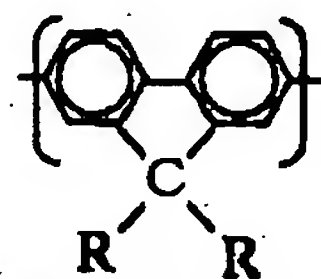
【化15】



【0041】【化15】に示す1, 3, 5-トリ(5-(4-tert-ブチルフェニル)-1, 3, 4-オキサジアゾール) フェニル (以下OXD-1ともいう。)

【0042】

【化16】



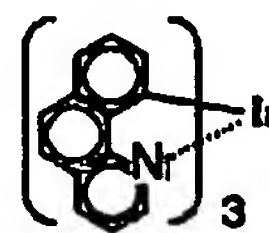
【0043】(化学式【化16】中、RはC, H, O, Nで構成する置換基を示す。)

【化16】を繰り返し単位として有するポリフルオレン化合物、などが挙げられる。

【0044】一方、発光層40のドーパ剤41は、励起子たるホスト剤42の励起エネルギーにより燐光を放射する物質であり、【化3】に示すIr(ppy)<sub>3</sub>、

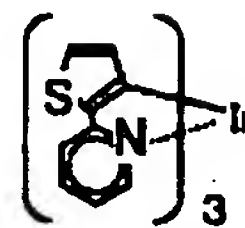
【0045】

【化17】



【0046】

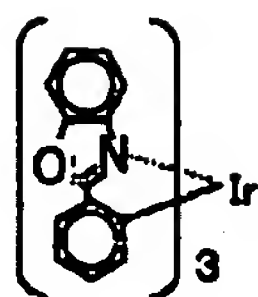
【化18】



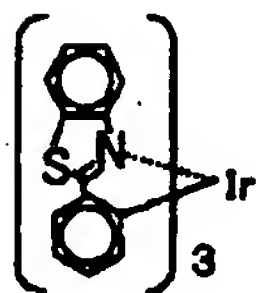
【0047】

【化19】

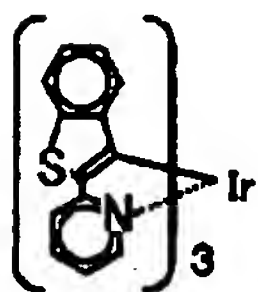




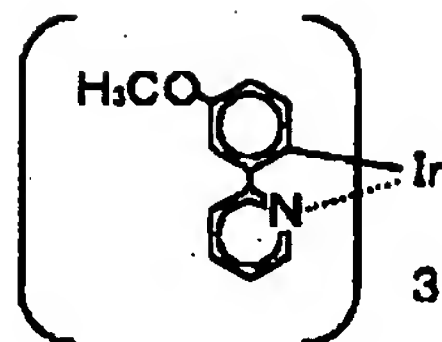
【0048】  
【化20】



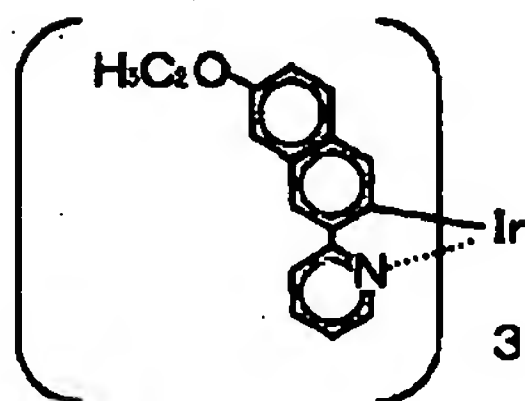
【0049】  
【化21】



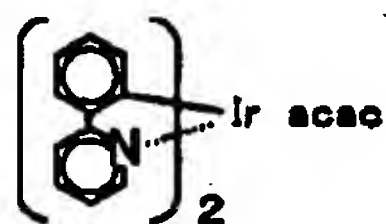
【0050】  
【化22】



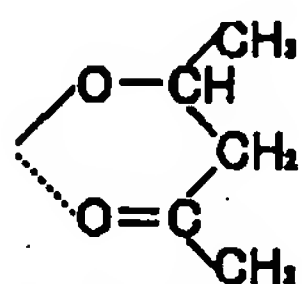
【0051】  
【化23】



【0052】  
【化24】

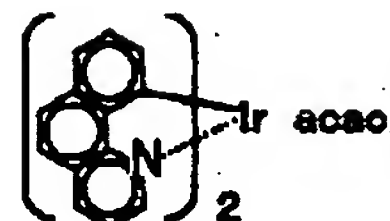


【0053】 (化学式[化24]中、acacは、  
【0054】  
【化25】

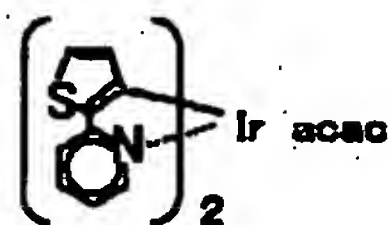


【0055】 [化25]で示される官能基を示す。下記  
【化26】乃至【化30】に示す化学式において同じ。）  
【0056】

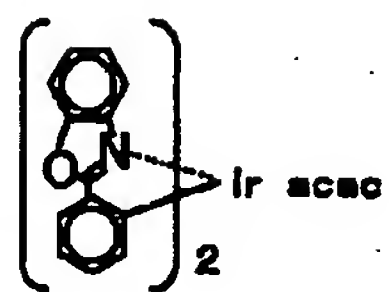
【化26】



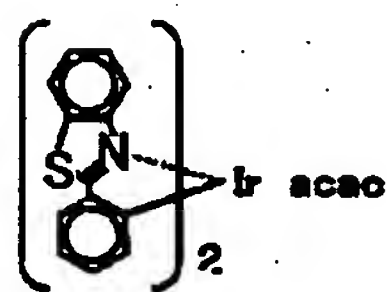
【0057】  
【化27】



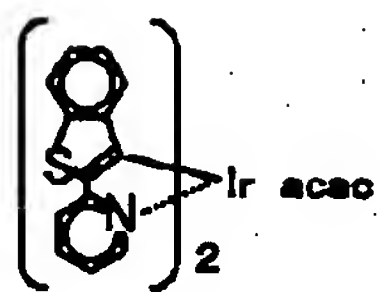
【0058】  
【化28】



【0059】  
【化29】

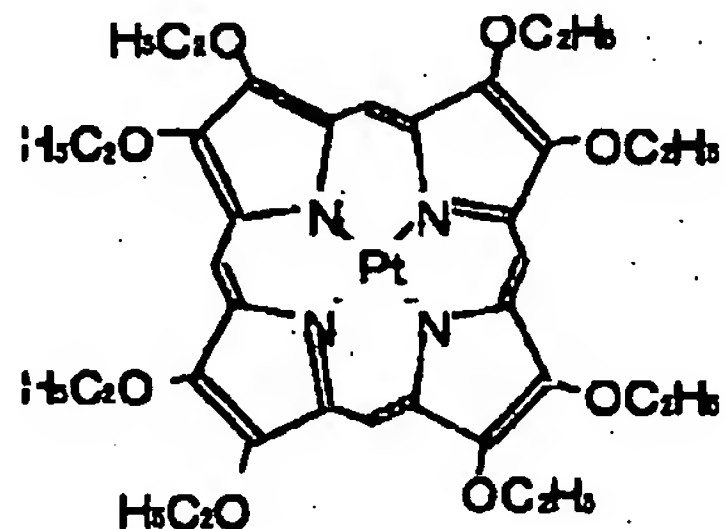


【0060】  
【化30】



【0061】 [化17]乃至【化24】、【化26】乃至【化  
30】で示されるイリジウム錯体化合物、【化4】に示  
すPtOEP、

【0062】  
【化31】



【0063】 [化31]に示す、2, 3, 7, 8, 1  
2, 13, 17, 18-オクタエトキシ-21H, 23  
H-ポルフィン白金(II)、などを挙げることができ  
る。

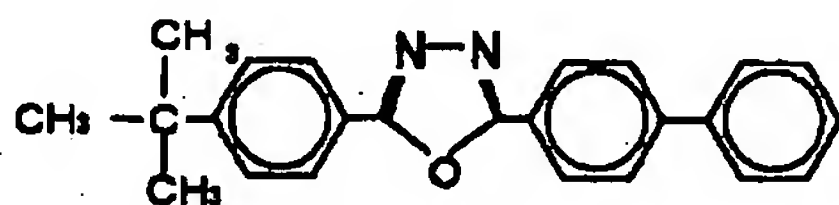
【0064】 また、発光層40に添加可能なバインダ高

分子の例として、ポリスチレン、ポリビニルビフェニル、ポリビニルフェナントレン、ポリビニルアントラセン、ポリビニルペリレン、ポリ(エチレン-*co*-ビニルアセテート)、ポリブタジエンの*cis*と*trans*、ポリ(2-ビニルナフタレン)、ポリビニルピロリドン、ポリスチレン、ポリ(メチルメタクリレート)、ポリ(ビニルアセテート)、ポリ(2-ビニルピリジン-*co*-スチレン)、ポリアセナフチレン、ポリ(アクリロニトリル-*co*-ブタジエン)、ポリ(ベンジルメタクリレート)、ポリ(ビニルトルエン)、ポリ(スチレン-*co*-アクリロニトリル)、ポリ(4-ビニルビフェニル)、ポリエチレングリコールなどが挙げられる。

【0065】また、正孔ブロック層50は、陽極層10から発光層40へ注入された正孔がそのまま陰極層70へ通過してしまうことを防ぐため正孔をブロックするための層であり、正孔ブロック性物質で構成される。正孔ブロック性物質としては、例えば、

【0066】

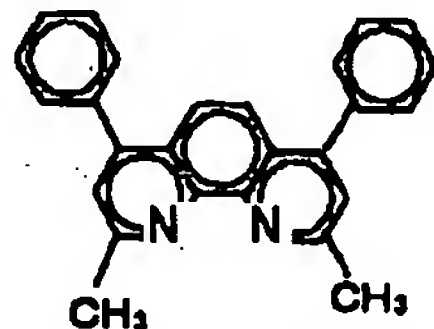
【化32】



【0067】【化32】に示す2-(4-ビフェニル)-5-(4-tert-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール、(以下PBDともいう。)、

【0068】

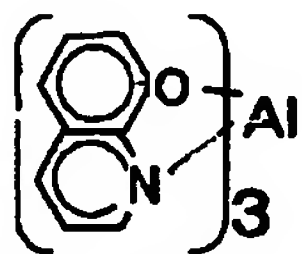
【化33】



【0069】【化33】に示すバソキュプロイン(以下BCPともいう。)、【化15】に示すOXD-1、

【0070】

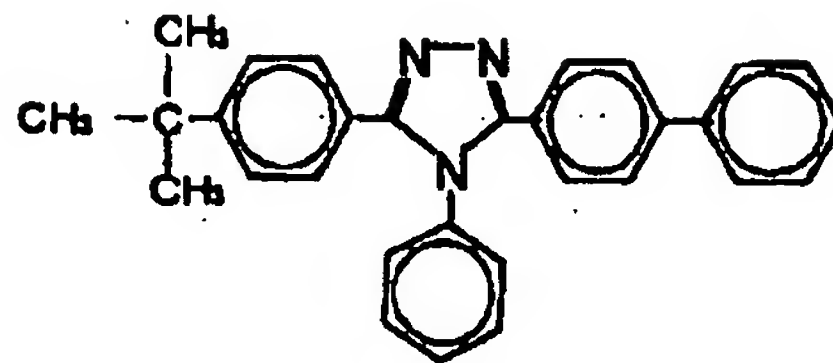
【化34】



【0071】【化34】に示すトリス(8-ヒドロキシキノリナート)アルミニウム(以下Alq3ともいう。)、

【0072】

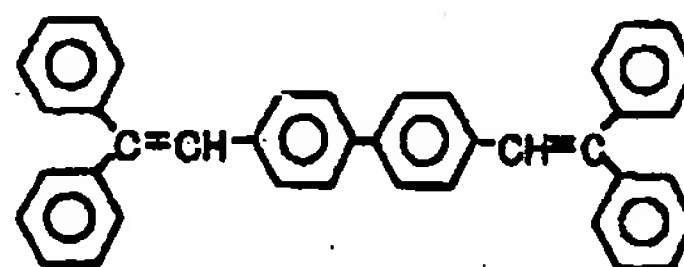
【化35】



【0073】【化35】に示す3-(4-ビフェニル)-5-(4-tert-ブチルフェニル)-4-フェニル-1,2,4-トリアゾール(以下、TAZともいう。)、

【0074】

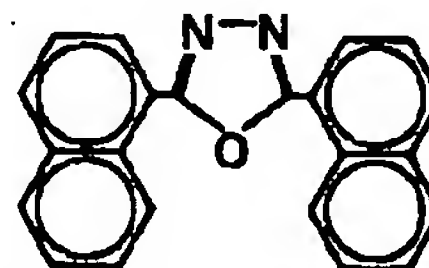
【化36】



【0075】【化36】に示す4,4'-ビス(1,1-ジフェニルエテニル)ビフェニル(以下にDPVBiともいう。)、

【0076】

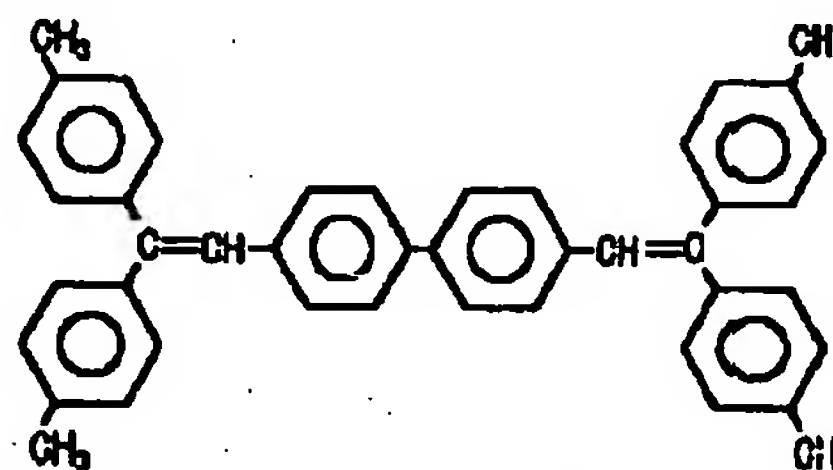
【化37】



【0077】【化37】に示す2,5-ビス(1-ナフチル)-1,3,4-オキサジアゾール(以下にBNDともいう。)

【0078】

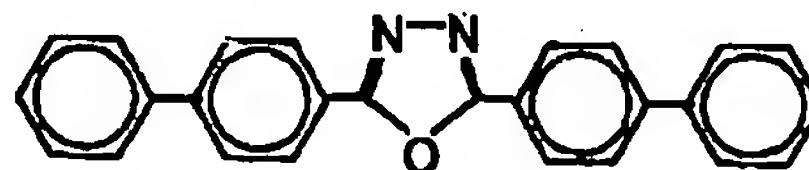
【化38】



【0079】【化38】に示される4,4'-ビス(1,1-ビス(4-メチルフェニル)エテニル)ビフェニル(以下DTVBiとも言う。)、

【0080】

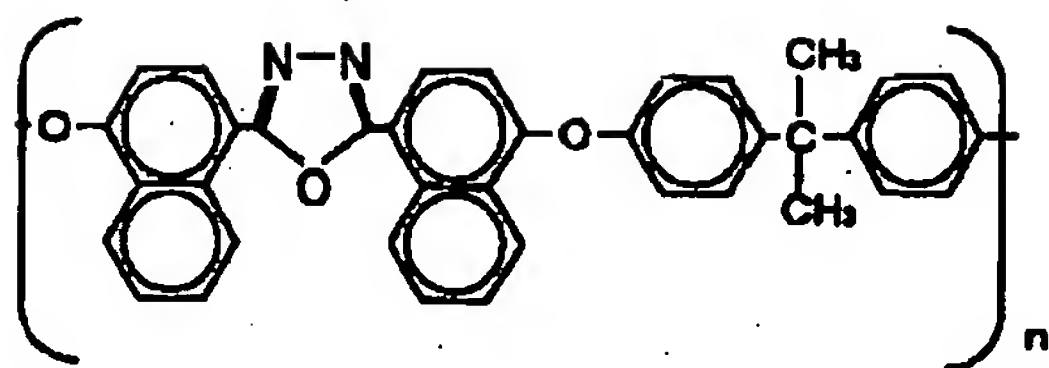
【化39】



【0081】【化39】に示される2,5-ビス(4-ビフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール(以下BBDともいう。)、

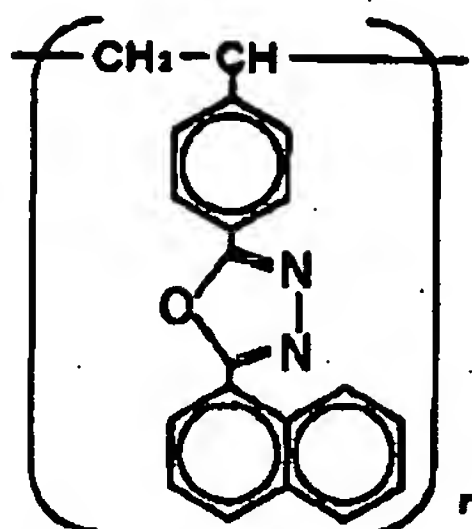
【0082】

【化40】



【0083】

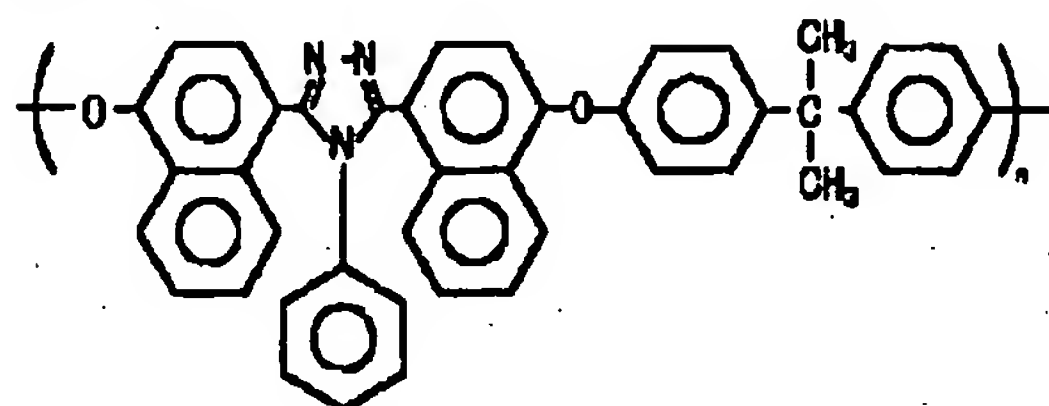
【化41】



【0084】【化40】、【化41】に示すようなオキサジアゾール系高分子化合物、

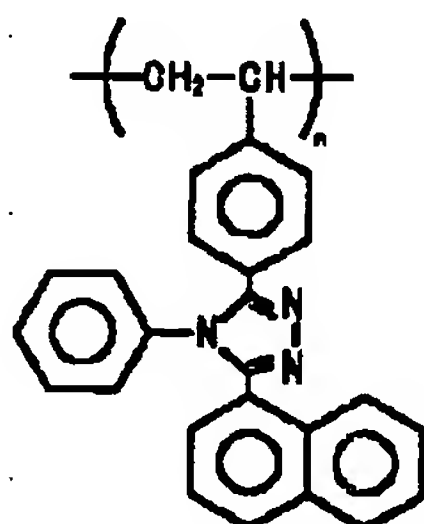
【0085】

【化42】



【0086】

【化43】



【0087】【化42】、【化43】で示すようなトリアゾール系高分子化合物、などを挙げることができる。

【0088】また、電子輸送層60は、陰極層70から注入される電子を輸送するための層であり、電子輸送剤を含む。電子輸送剤は、電子輸送性高分子で構成され、さらに電子輸送性低分子を含む構成が可能である。

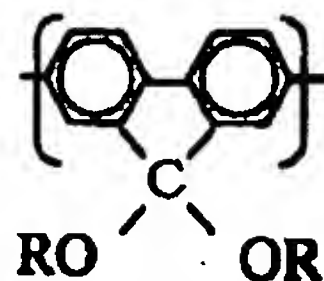
【0089】ここで、電子輸送性低分子の例として、【化32】に示すPBD、【化34】に示すAlq3、【化35】に示すTAZ、【化36】に示すDPVB i、【化37】に示すBND、【化38】に示すDTVB i、【化39】に示すBBDなどを挙げることができる。

【0090】また、電子輸送性高分子の例として、【化40】、【化41】で示されるようなオキサジアゾール

系高分子化合物、【化42】、【化43】で示されるようなトリアゾール系高分子化合物、

【0091】

【化44】



【0092】(化学式【化44】中、RはC、H、O、Nで構成する置換基を示す。)

【化44】を繰り返し単位に有するポリフルオレン化合物、などが挙げられる。

【0093】発光効率のさらなる向上や構造の簡素化のため、図1に示す有機エレクトロルミネッセンス素子の基本構造に変更を加えたものとして、図2乃至図4に示す素子構造が可能である。

【0094】図2で示される有機エレクトロルミネッセンス素子の素子構造は、本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子の第1の実施形態を示す。図1の電子ブロック層30と正孔ブロック層50とが省略されているが、図2において、正孔輸送層20に電子ブロック効果を、電子輸送層60に正孔ブロック効果をそれぞれ持たせて、発光効率を維持させることができる。

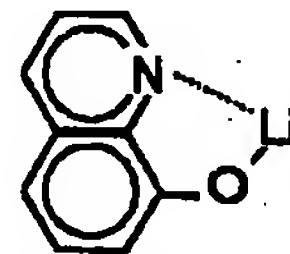
【0095】図3で示される有機エレクトロルミネッセンス素子の素子構造は、図1で示す素子構造において、電子ブロック層30を省略したものである。

【0096】図4で示される有機エレクトロルミネッセンス素子の素子構造は、図1で示す素子構造から、電子ブロック層30と正孔ブロック層50とを省略し、陰極層70と電子輸送層60との間に電子注入性物質で構成される電子注入層61を追加したものである。

【0097】電子注入性物質としては、たとえば、フッ化リチウム、酸化リチウム、

【0098】

【化45】



【0099】【化45】で示される8-ヒドロキシキノリナートリチウム(以下Li qともいう。)などが挙げられる。

【0100】次に、図2を本発明の第1の実施形態として、有機エレクトロルミネッセンス素子の製造方法を説明する。

【0101】まず、基板(図示せず)となる透明絶縁性支持体、例えばガラス基板上に陽極層10を蒸着法またはスパッタ法にて形成する。

【0102】次に、正孔輸送性高分子または正孔輸送性低分子を溶媒に溶解または分散した第1の溶液を作成す



る。ここで、第1の溶液に、さらにバインダ高分子を溶解または分散することも可能である。そして、第1の溶液を用いた湿式法によって、陽極層10上に正孔輸送層20を形成する。

【0103】さらに、発光層40のドーパ剤41とホスト剤42とを溶媒に溶解または分散した第2の溶液を作成する。ここで、第2の溶液に、さらにバインダ高分子を溶解または分散することも可能である。そして、その第2の溶液を用いた湿式法によって、上記正孔輸送層20上に発光層40を形成する。

【0104】さらに、電子輸送性高分子または電子輸送性低分子を溶媒に溶解または分散した第3の溶液を作成する。ここで、第3の溶液に、さらにバインダ高分子を溶解または分散することも可能である。その第3の溶液を用いた湿式法によって、発光層40上に電子輸送層60を形成する。

【0105】また、第2の溶液に用いた溶媒の溶解度パラメータは、発光層40の成膜温度において、正孔輸送層20に含まれる物質（正孔輸送性高分子または正孔輸送性低分子など）に対して可溶範囲外を示す値を有する。このような溶媒を用いた、湿式法による発光層40の形成において、下層の正孔輸送層20に含まれる有機物を溶解することがない。

【0106】例えば、正孔輸送層20に含まれる有機物が正孔輸送性高分子たる、[化3]に示すPVKの時、このPVKの可溶範囲を示す溶解度パラメータは、室温において、 $8.9 (\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$ 以上 $10.0 (\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$ 以下である。従って、第2の溶液に用いる溶媒として、この溶解度パラメータの範囲外にある溶媒を用いると、正孔輸送層20に含まれるPVKを溶解することなく発光層40を形成することができる。このような溶媒の例として、キシレン（溶解度パラメータが $8.8 (\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$ ）、エチルベンゼン（溶解度パラメータが $8.7 (\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$ ）、2-ニトロプロパン（溶解度パラメータが $10.1 (\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$ ）、シクロヘキサン（溶解度パラメータが $8.2 (\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$ ）などが挙げられる。また、第3の溶液に用いる溶媒の溶解度パラメータは、電子輸送層60の成膜温度において、発光層40に含まれる物質（ドーパ剤41、ホスト剤42及びバインダ高分子など）に対して可溶範囲外を示す値を有する。このような溶媒を用いた、湿式法による電子輸送層60の形成において、下層の発光層40に含まれる有機物を溶解することがない。

【0107】例えば、発光層40に含まれるドーパ剤41が[化15]に示すOXD-1であり、ホスト剤42が[化3]に示すIr(ppy)<sub>3</sub>であり、バインダ高分子としてポリ(4-ビニルピフェニル)を用いる時、これらの発光層を構成する有機物の可溶範囲を示す溶解度パラメータは、室温において $8.7 (\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$

以上 $11.1 (\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$ 以下である。したがって、第3の溶液に用いる溶媒として、この溶解度パラメータの範囲外にある溶媒を用いると、発光層40に含まれる有機物を溶解することなく電子輸送層60を形成する事が出来る。このような、溶媒の例としてn-ノナン（溶解度パラメータ $7.64 (\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$ ）、1-デセン（溶解度パラメータ $7.85 (\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$ ）、メチルシクロヘキサン（溶解度パラメータ $8.13 (\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$ ）、シクロヘキサン（溶解度パラメータ $8.20 (\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$ ）、1-クロロプロパン（溶解度パラメータ $8.30 (\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$ ）、アセトニトリル（溶解度パラメータ $11.8 (\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$ ）などが挙げられる。

【0108】この時、上記の第1乃至第3の溶液に用いる溶媒は自然乾燥によって蒸発することにより、正孔輸送層20と発光層40と電子輸送層60とが形成される。この場合、加熱、紫外線の照射による重合、硬化等の処理を行う必要がなく、従って、製造工程が簡単であり、生産効率を向上させることができる。

【0109】本発明で使用される湿式法には、たとえばキャスト法、ブレードコート法、浸漬塗工法、スピンコート法、スプレーコート法、ロール塗工法、インクジェット塗工法などの通常の塗工法が含まれる。

【0110】最後に、電子輸送層60上に、蒸着法などを用いて陰極層70を形成し、本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子が得られる。

【0111】なお、溶解度パラメータSPは、モル蒸発熱 $\Delta H$ 、モル体積Vの液体の絶対温度Tにおいて、 $SP = \{(\Delta H - RT)/V\}^{1/2}$ で定義される。ただし、上記式中、SPは溶解度パラメータ（単位： $(\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$ ）であり、 $\Delta H$ はモル蒸発熱（単位： $\text{cal}/\text{mol}$ ）であり、Rは気体定数（単位： $\text{cal}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ ）であり、Tは絶対温度（単位： $\text{K}$ ）であり、Vはモル体積（単位： $\text{cm}^3/\text{mol}$ ）である。

【0112】また、図3は、本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子の第2の実施形態であり、上記図2で示される素子構造の製造工程中、電子輸送層60の形成前に、発光層40上にPBDなどの正孔ブロック性物質を湿式法により成膜して正孔ブロック層50を形成した後に、該正孔ブロック層50上に、上記図2と同様に電子輸送層60と陰極層70とを順次形成する製造工程を経て得られる。

【0113】また、図4は、本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子の第3の実施形態であり、上記図2で示される素子構造の製造工程中、陰極層70の形成前に、電子輸送層60上に、フッ化リチウムなどの電子注入性物質を蒸着法により成膜して電子注入層61を形成した後に、該電子注入層61上に、上記図2と同様に陰

極層70を形成する製造工程を経て得られる。

【0114】

【実施例】[実施例1] ゲルパーエーションクロマトグラフィーにより測定したポリスチレン換算重量平均量(以下分子量と言う。)1,100,000のPVK6mgを1mlの1,2ジクロロエタンで溶解して溶液1を作成した。

【0115】OXD-1として2.5mgとバイнда高分子として分子量115,000のポリビニルピフェニルを2.5mgと[化22]で示されるイリジウム錯体化合物として0.4mgをキシレン1mlに溶解して溶液2を作成した。

【0116】酸素プラズマ処理を行なったITO基板上(市販ITO、旭硝子社製:20Ω/□以下)に溶液1を回転数1000rpm、1秒間でスピコートする事により50nmの正孔輸送層を得た。

【0117】さらに、正孔輸送層上に溶液2を回転数1000rpm、1秒間でスピコートする事により20nmの発光層を得た。

【0118】真空蒸着装置により電子輸送層としてAlq3を真空度 $10^{-3}$ Paで蒸着速度1nm/secで50nmの膜厚で成膜し、最後にアルミニウムとリチウムを、リチウムが1%となるように蒸着速度1nm/secの速度で共蒸着して陰極を形成して、図2に示す素子構造を作成した。

【0119】この時、9V(駆動電圧:以下[実施例]において同じ。)、1mA/cm<sup>2</sup>(電流密度:以下[実施例]において同じ)で550cd/m<sup>2</sup>(輝度:以下[実施例]において同じ)の緑色の発光が得られた。

【0120】[比較例1] OXD-1として2.5mgとIr(ppy)<sub>3</sub>(化学式[化1]においてR1乃至R8がすべて水素のものに相当する。)として0.17mg(Ir(ppy)<sub>3</sub>のキシレンに対する飽和濃度に相当する。)とバイнда高分子として分子量115,000のポリビニルピフェニル2.5mgとをキシレン1mlに溶解して溶液2を作成した以外は[実施例1]と同様に図2に示す素子構造を作成した。

【0121】この時、9V、1mA/cm<sup>2</sup>で480cd/m<sup>2</sup>の緑色の発光を得た。

【0122】これは、Ir(ppy)<sub>3</sub>がキシレンに0.17mg/mlしか溶解しない為、発光層内に含有できるドーブ量が減少して性能が落ちたことを示す。

【0123】[実施例2~8][化22]で示されるイリジウム錯体化合物に替え、[化22]のメトキシル基(CH<sub>3</sub>O-)部分に下記[表1]においてRとして示す置換基を用いたイリジウム錯体化合物を使用した以外は、[実施例1]と同様に図2に示す素子構造を作成したところ、[表1]に示す発光効率の発光が得られた。

【0124】

【表1】

実施例	R	1mA/cm <sup>2</sup> での性能	
		電圧(V)	輝度(cd/m <sup>2</sup> )
2	-CH <sub>3</sub>	8.8	550
3	-C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	9.0	550
4	-C(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	9.2	540
5	-C <sub>6</sub> H <sub>13</sub>	9.3	560
6	-OC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	9.0	500
7	-OC(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	9.4	490
8	-OC <sub>8</sub> H <sub>17</sub>	9.4	510

【0125】[実施例9][化22]で示されるイリジウム錯体化合物の替わりに、[化23]で示されるイリジウム錯体化合物を使用した以外は、[実施例1]と同様に図2に示す素子構造を作成した。

【0126】この時、8.7V、1mA/cm<sup>2</sup>で、550cd/m<sup>2</sup>の発光が得られた。

【0127】[実施例10]発光層ドーブ剤として、[化22]で示されるイリジウム錯体化合物の替わりに、[化31]で示される2,3,7,8,12,13,17,18-オクタエトキシー-21H,23H-ホルフィン白金(II)を使用した以外は[実施例1]と同様に図2に示す素子構造を作成した。この時、9V、10mA/cm<sup>2</sup>で200cd/m<sup>2</sup>の赤色の発光が得られた。

【0128】[実施例11]電子輸送性物質としてAlq3に替えOXD-1を使用した以外は[実施例1]と同様に図2に示す素子構造を作成した。この時、8.5V、1mA/cm<sup>2</sup>で520cd/m<sup>2</sup>の緑色の発光が得られた。

【0129】[実施例12]発光層と電子輸送層との間に正孔ブロック層として、真空度 $10^{-3}$ Pa、蒸着速度0.1nm/secでCBPを真空蒸着して6nmの膜厚に成膜した以外は[実施例1]と同様にして図3に示す素子構造を作成した。

【0130】この時、9.2V、1mA/cm<sup>2</sup>で560cd/m<sup>2</sup>の緑色の発光が得られた。

【0131】[実施例13]電子輸送層と陰極との間に電子注入層として、真空度 $10^{-4}$ Pa、蒸着速度0.1nm/secでフッ化リチウムを真空蒸着して5nmの膜厚に成膜し、陰極層の材料をアルミニウムに替えた以外は[実施例1]と同様にして図4に示す素子構造を作成した。

【0132】この時、8.7V、1mA/cm<sup>2</sup>で520cd/m<sup>2</sup>の緑色の発光が得られた。

【0133】[実施例14]正孔輸送層の材料としてPVKに替えて、分子量60,000の[化7]を繰り返し単位として有するポリカルバゾール化合物を用いた以外は[実施例1]と同様に図2に示す素子構造を作成した。

【0134】この時、7.8V、1mA/cm<sup>2</sup>で530cd/m<sup>2</sup>の緑色の発光が得られた。

【0135】[実施例15]分子量1,000,000のPVKとして6mgを1mlの1,2ジクロロエタンで溶解して溶液1を作成した。

【0136】OXD-1として2.5mgと分子量115,000のポリビニルピフェニルとして2.5mgと【化22】で示されるイリジウム錯体化合物として0.4mgとをキシレン1mlに溶解して溶液2を作成した。

【0137】PBDとして2.5mgとバインダ高分子として分子量1,000のポリスチレン2.5mlとをシクロヘキサン1mlに溶解して溶液3を作成した。

【0138】酸素プラズマ処理を行なったITO基板上(市販ITO、旭硝子社製:20Ω/□以下)に溶液1をスピコートする事により50nmの膜厚の正孔輸送層を得た。

【0139】正孔輸送層上に溶液2をスピコートする事により20nmの発光層を得た。

【0140】さらに、発光層上に溶液3をスピコートする事により50nmの電子輸送層を得た。

【0141】最後に真空蒸着装置により、真空度 $10^{-3}$ Paでアルミニウムとリチウムを、リチウムが1%となるように、蒸着速度1nm/secの速度で共蒸着して陰極を形成して図2に示す素子構造を作成した。

【0142】この時、9.2V、1mA/cm<sup>2</sup>で540cd/m<sup>2</sup>の緑色の発光であった。

【0143】【実施例16】【化7】を繰り返し単位として有するポリカルバゾール化合物の重合体(分子量60,000)5mgをジクロロエタン1mlに溶解して溶液1を作成した以外は【実施例15】と同様に図2に示す素子構造を作成した。

【0144】この時、8.2V、1mA/cm<sup>2</sup>で540cd/m<sup>2</sup>の緑色の発光が得られた。

【0145】【実施例17】【化44】においてRを-C<sub>6</sub>H<sub>17</sub>とした繰り返し単位を有するポリフルオレン化合物の重合体(分子量60,000)5mgにシクロヘキサン1mlに溶解して溶液3を作成した以外は【実施例16】と同様に図2に示す素子構造を作成した。

【0146】この時、7.5V、1mA/cm<sup>2</sup>で520cd/m<sup>2</sup>の緑色の発光が得られた。

【0147】【実施例18】溶液2の溶媒をキシレンからニトロプロパンに変更した以外は【実施例17】と同様に図2に示す素子構造を作成した。

【0148】この時、7.8V、1mA/cm<sup>2</sup>で500cd/m<sup>2</sup>の緑色の発光が得られた。

【0149】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子は、湿式法により形成される際に、比較的高濃度のドーパ剤を含有する溶液状態の発光層を用いるので高輝度の発光を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】有機エレクトロルミネッセンス素子の素子構造

【図2】本発明の素子構造の第1の実施形態

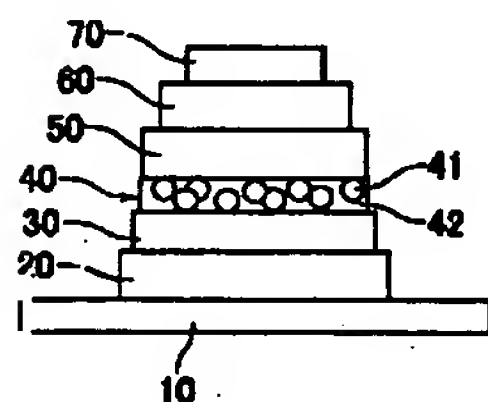
【図3】本発明の素子構造の第2の実施形態

【図4】本発明の素子構造の第3の実施形態

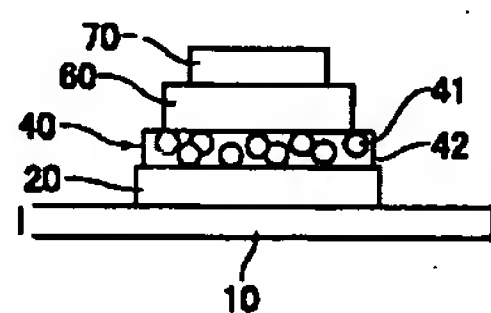
【符号の説明】

- 10 陽極層
- 40 発光層
- 41 ドーパ剤
- 42 ホスト剤
- 70 陰極層

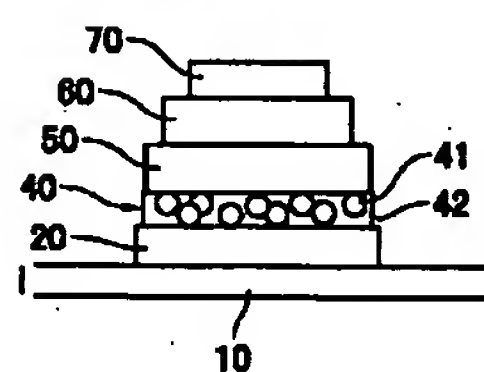
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

